

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-052509

(43)Date of publication of application : 20.02.1992

(51)Int.Cl.

G01B 21/24

(21)Application number : 02-161801

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND  
CO LTD

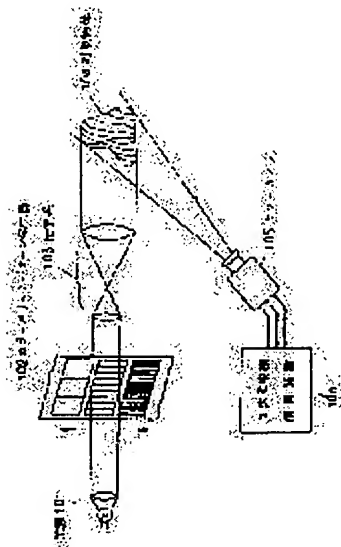
(22)Date of filing : 20.06.1990

(72)Inventor : KODERA HIROAKI  
SANNOMIYA KUNIO  
TSUDA YUKIFUMI  
IKETANI KAZUTOSHI

### (54) MEASURING METHOD OF THREE-DIMENSIONAL SHAPE

(57)Abstract:

PURPOSE: To enable discrimination of a color stripe corresponding to a position by a method wherein color stripe patterns in the number of N each of which is made up of stripes of (q) colors are projected to an object in N times sequentially, coded color stripe numbers separated in the number of qN are discriminated and, simultaneously, light-cut three-dimensional coordinates informations in the number of qN are acquired. CONSTITUTION: A color stripe image projected on an object 104 is picked up as one color image each one time synchronously with changeover of a pattern by a color camera 105 and stored as color images in the number of N on an image memory inside a three-dimensional coordinates computing device 106. Then, the stripe number of a color stripe is discriminated from these color images in the number of N and three-dimensional coordinates are calculated from the distortion of a slit image corresponding to each number.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

## ⑪ 公開特許公報(A) 平4-52509

⑫ Int. Cl.<sup>3</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成4年(1992)2月20日

G 01 B 21/24

C

7907-2F

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全5頁)

⑭ 発明の名称 3次元形状の測定方法

⑮ 特 願 平2-161801

⑯ 出 願 平2(1990)6月20日

⑰ 発 明 者 小 寺 宏 暉 神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技研株式会社内  
 ⑰ 発 明 者 三 宮 邦 夫 神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技研株式会社内  
 ⑰ 発 明 者 津 田 幸 文 神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技研株式会社内  
 ⑰ 発 明 者 池 谷 和 俊 神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技研株式会社内  
 ⑰ 出 願 人 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地  
 ⑰ 代 理 人 弁理士 粟野 重孝 外1名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

3次元形状の測定方法

## 2. 特許請求の範囲

- (1) q色のストライプからなるN枚の色縞パターンを発生する色パターン発生器と、その色縞パターンを時系列に対象物体に投影する色パターン投影機と、その対象物体像を撮像するカラー撮像装置と、そのカラー撮像装置からのカラー画像を少なくともN回撮像し、N枚のデジタルカラー画像として記憶するメモリとを具備し、前記メモリの画像を色識別して該色縞パターンを検出することにより、対象物体表面の3次元座標を計測することを特徴とする3次元形状の測定方法。
- (2) N枚の色縞パターンは、一定画面積をqのn乗に逐次、等分割( $n=1, 2, 3, \dots, N$ )してなるストライプ幅をもち、各色縞パターンはq色を循環的に配列したことを特徴とする請求項1記載の3次元形状の測定方法。

## 3. 発明の詳細な説明

## 産業上の利用分野

本発明は、立体物の3次元形状情報の非接触計測による3次元形状の測定方法に関する。

## 従来の技術

3次元形状を計測する手段は、接触式、非接触式に大別されるが、接触式には、計測に長時間を要する、柔かい測定物を正確に計測できない、表面データを密に採取することが困難、などの欠点がある。このため、これらの制約が少ない非接触式の計測法が種々考案されているが、実用的に有効な手段として、光学的なスリット光投影による光切断法が広く利用されている。

第4図は、光切断法の原理を示したもので、第4図(a)に示すように、スリット光投影機401により対象物体の表面に、細い線状のスリット光402を投影し、その像をテレビカメラ403などで撮像する。このとき、対象物の表面の凹凸により生じた、スリット光の歪みをカメラ像から抽出することにより、物体表面の3次元座標情報を取得する

## 特開平4-52509(2)

ことができる。第4図(b)の物体上の点Pの3次元位置座標は、スリット光投影機とカメラとを結ぶ基線長 $d$ 、基線に対する投影角 $\theta_1$ 、カメラ水平角 $\theta_2$ およびカメラ像の仰角 $\theta_3$ から、三角測量の原理により求められる。

このような光切断法において、対象物体の表面上のあらゆる点についての3次元位置座標を知るには、たとえば1本のスリット光を対象物体に対して、逐次走査してゆき、各走査位置でのスリット像を時系列に逐逐に装換していけばよい。しかし、このようなスリット光の走査には、走査手段を必要とするほか、データ集に時間を要する。

そこで、スリット光の走査をすることなく静止系で一度に3次元形状を計測できる、符号化パターン投影法が考案されている。

複数のスリット光を一度に投影して同時に多点の形状データを取得するには、各スリット光を識別するための特徴づけが必要となるが、これには、下記文献(1)、(2)に示されるような、色符号化スリット光を用いる方法が提案されている。

くは符号長 $k$ を増すことで、符号系列の最大長、すなわち対象物に投影できるスリットの総数を大きくとることができるので、測定座標の分解能を上げることができる点に特徴がある。

発明が解決しようとする課題

しかし、一方で色数を限定した場合、分解能を上げるために符号長 $k$ を増すと、多数のスリット番号に対応づけるための複号化手続きが煩雑となって装置が複雑化し、識別処理速度の低下や誤識別などを生じ易いという課題があった。

本発明は、このような従来の色符号化スリット光投影法における、複号化手続きの煩雑さの課題を除き、装置を単純化すると共に、色符号の識別が容易な色パターン投影する3次元形状の測定方法を提供しようとするものである。

課題を解決するための手段

本発明は、 $q$ 色のストライプからなる $N$ 枚の色縞パターンを発生する色パターン発生器と、その色縞パターンを時系列に対象物体に投影する色パターン投影機と、その対象物体像を撮像するカ

(1)米沢、玉邑：“符号化格子を用いた物体形状の計測”，電子通信学会論文誌，J-61D，e，pp. 411-416 (1978)

(2)阿部、木村：“色符号化スリット光を用いた人間の顔の3次元形状計測”，電子情報通信学会論文誌，J-72D，2，pp. 2061-2069 (1989)

第5図は、この方法における色符号化スリットの配列例を示したもので、1本のスリット光は1色からなり、 $q$ 色を使って特徴づけられている。このような色スリット光の隣接した $k$ 本の並び方から、それらのスリット番号が一意的に決定できるように配色がなされている。すなわち、 $k$ 本の隣接するスリット光の色の並び方は、全スリット光中に、一度しか現れないように符号化してあり、図示のように、 $\#1$ 、 $\#2$ 、 $\#3$ 、……で示す $k$ 本ずつのスリット光の組は、互に順次付けたスリット番号と対応して、ユニークに識別される色符号を形成している。

このような色符号化スリット法は、色数 $q$ もし

うに撮像装置と、そのカラー撮像装置からのカラー画像を少なくとも $N$ 回撮像し、 $N$ 枚のデジタルカラー画像として記憶するメモリとを具備し、前記メモリの画像を色識別して該色縞パターンを検出することにより、対象物体表面の3次元座標を計測するものである。

作 用

本発明は上記方法により、 $q$ 色のストライプからなる $N$ 枚の色縞パターンを $N$ 回順次対象物に投影し、 $q^N$ 本に分離された符号化色縞番号を識別して、同時に $q^N$ 本の光切断3次元座標情報取得するもので、縞番号の識別のために複雑な複号化手続きを必要とせず、位置に対応した色縞の識別が可能である。

実施例

以下、実施例をもとに、本発明の詳細を説明する。第1図は本発明の3次元形状の測定方法を実現する装置の基本構成を示す一実施例であり、101は投影用光源、102はカラースリットパターン発生器、103は投影用光学系、104は対象

## 特開平4-52509(3)

物体、105は撮像用カラーカメラ、106は3次元座標演算装置をそれぞれ示す。カラースリットパターン発生器102におけるカラー縞パターンはN枚で構成され、それぞれ粗密の異なるカラー縞からなり、このN枚のカラーパターンを時系列に順次切り換えて、対象物体104に、カラー縞をN回投影するように機能する。このカラースリットパターン発生器102は、例えばスライドプロジェクターのように機械的に投影パターンを入れ換えるものであってもよいし、あるいは電気的に投影パターンを生成する透過型の液晶パネルであってよい。対象物体104に投影されたカラー縞像は、カラーカメラ105によりパターンの切替えに同期して1回毎に1枚のカラー画像として撮像され、3次元座標演算装置106内部の画像メモリ上にN枚のカラー画像として記憶され、このN枚のカラー画像から、以下に説明する原理によって、カラー縞の縞番号を識別し、各番号に対応したスリット像の重みから、3次元座標を算出する。

第2図はカラースリットパターン発生器102に

並べてあり、同図の例では、赤R、緑G、青Bの3色を、RGBの順に配置している。

このような総数N本の縞パターンを画面上位置に相対した縞番号として識別できれば、K本のスリットを同時に使用した光切断像による3次元座標が求められ、目的を達成できる。この縞番号は、第3図の内容を対照すれば容易に識別できることがわかる。すなわち、K本に分割された最密の縞番号は、q色をq進数と考えると、N桁のq進数として直接的に対応づけできることになる。

第3図を用いて、具体的に説明すれば、RGBの3色を、R=0、G=1、B=2なる3進数に対応させ、パターンの投影順、 $n = \#1, \#2, \#3$ の順に検出されるカメラからの3桁の色信号の組を(X Y Z)で表すものとする。ただし、X、Y、ZはR、G、Bのいずれかを示す。この時、3進数(X Y Z)は、縞番号 $k = 0 \sim 26$ を表し、合計27本のカラー縞が分離して識別される。第3図においては、(R R R)は $k = 0$ を、また(B B B)は $k = 26$ に対応することは明らかで

におけるN枚を1組とするカラー縞パターンの構成を示す一実施例である。各パターンはそれぞれq色の縞からなり、パターン番号 $n = \#1, \#2, \#3, \dots, \#N$ の順に粗から密の縞を構成しているものとする。

最も粗い縞パターン201( $\#1$ )は、図示のように有効画面幅Wをq等分したカラー縞からなり、次に粗い縞パターン202( $\#2$ )は同パターン201( $\#1$ )の1本の縞幅をさらにq等分したカラー縞からなる。カラー縞はパターン番号nと共に逐次q分割されていくので、 $\#N$ 番目のパターン203の縞の総数Kは

$$K = q^N \quad \dots\dots\dots (1)$$

となり、縞幅wは

$$w = W / K = W / q^N \quad \dots\dots\dots (2)$$

で与えられる。

第2図は簡単のため $q = 3$ 、 $N = 3$ の場合を例示しており、画面は最終的に、 $K = 27$ 本のカラー縞に分割されている。各カラー縞パターンにおいて、縞の色配列は、q色を循環的に繰り返して

ある。

以上のq進N桁の色桁号の検出には、第1図の演算装置106内に記憶されているN枚のカラー画像を、まず1枚毎にq色に色識別して色領域に分割する。次に、N枚の画像の $n = \#1$ 番目を最上位桁、 $n = \#N$ 番目を最下位桁として重ね合わせ、各画素位置でq進N桁の数値に変換すればよい。

なお、色識別を容易にするためには、色縞に用いる色は、カラーカメラの3原色R、G、Bおよびその補色であるC(シアン)、M(マゼンタ)、Y(イエロー)およびこれらの組合せからなる混合色から選ぶようにするとよい。

## 発明の効果

以上の実施例で明らかなように、本発明の色縞パターンを用いれば、縞番号の識別のために複雑な復号化手続を必要とせず、位置に対応した色縞の識別が可能である。また、色数qと投影回数Nとの組合せにより、識別可能なストライプ数を増大することが容易であり、高精度の3次元座標

特開平 4-52509 (4)

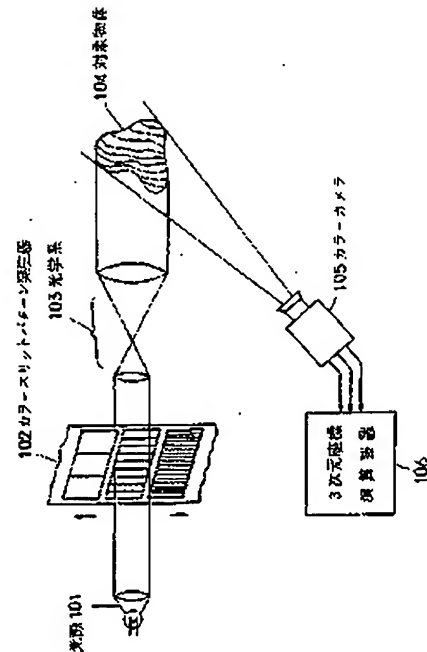
測定に連するなどの効果がある。

#### 4、図面の簡単な説明

第1図は本発明の3次元形状の測定方法を実現する装置の基本構成を示すブロック接続図、第2図は同装置の色紙パターンの構造を示す図、第3図は同装置の編番号を識別するための色符号の対照内容を示す図、第4図は従来の光切断法による3次元形状測定の実理図、第5図は従来の色符号化スリットの平面図である。

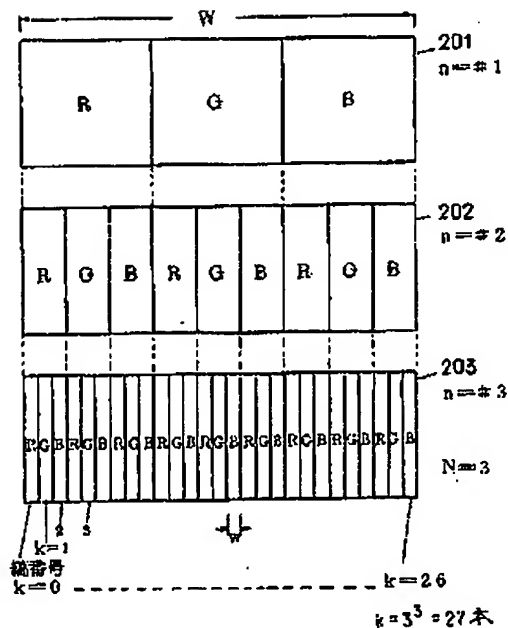
101…光源、102…カラスリットパターン発生器、103…光学系、104…対象物、105…カラーカメラ、106…3次元座標演算装置。

代理人の氏名 弁護士 栗 野 盛 孝 ほか1名

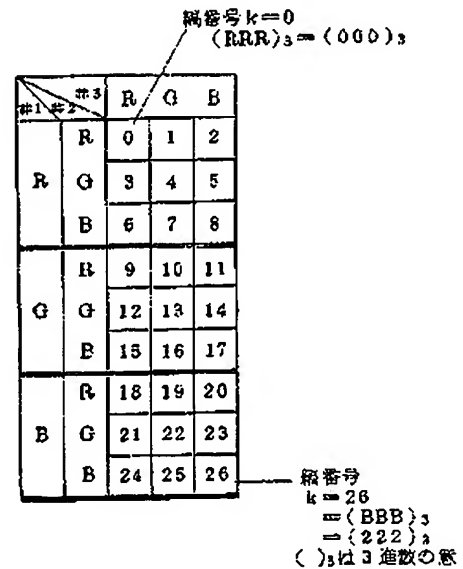


第1図

第2図

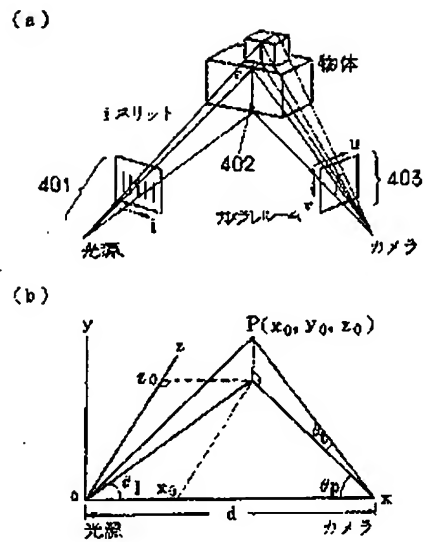


第3図



特開平 4-52509 (5)

第 4 図



第 5 図

